PAT-NO:

JP409019785A

DOCUMENT-IDENTIFIER:

JP 09019785 A

TITLE:

LASER MACHINING OPTICAL SYSTEM AND MACHINING METHOD

USING IT

PUBN-DATE:

January 21, 1997

INVENTOR-INFORMATION: NAME ISHIDE, TAKASHI HASHIMOTO, YOSHIO HAMADA, SHOICHI AKAHA, TAKASHI OTAKI, KATSURA

ASSIGNEE-INFORMATION:

COUNTRY

MITSUBISHI HEAVY IND LTD

N/A

NIKON CORP

N/A

APPL-NO:

JP07167298

APPL-DATE:

July 3, 1995

INT-CL (IPC): B23K026/06, B23K026/00 , G02B005/04 , G02B027/09

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser machining optical system and its machining method which are applied to welding, cutting, etc., of a metallic product.

SOLUTION: In an optical system in which a beam from a laser generator is used for $\frac{laser\ beam\ machining}{laser\ beam\ machining}$, a wedge prism $\frac{1}{7}$ is inserted between a lens system 3 and an optical $\frac{fiber\ 2}{laser\ beam\ a}$ as a light source, or between the lens system 3 and the machining surface 8, simultaneously producing plural converged and defocused beams of different size, shape, power and intensity.

COPYRIGHT: (C) 1997, JPO

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-19785

(43)公開日 平成9年(1997)1月21日

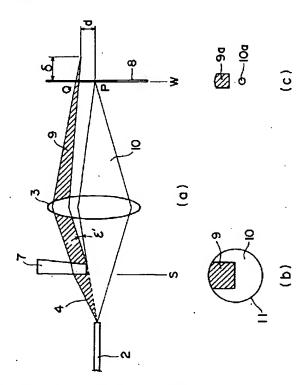
(51) Int.Cl. ⁶		識別記号	庁内整理番号	ΓI			技術表示管	腑
B 2 3 K	26/06			B 2 3 K 2	6/06	(3	
]	Ξ	
	26/00			20	6/00	1	V	
G 0 2 B	5/04			G 0 2 B	5/04	. 1	?	
	27/09			2	7/00]	Ξ	
				審查請求	未請求	請求項の数3	OL (全 6 月	〔〕
(21)出願番号		特願平7-167298		(71)出顧人	0000062	100006208		
					三菱重	C業株式会社		
(22)出顧日		平成7年(1995)7月3日			東京都	F代田区丸の内=	二丁目5番1号	
				(71)出顧人	0000041	12		
		,			株式会社	性ニコン		
					東京都	F代田区丸の内 3	3丁目2番3号	
				(72)発明者	石出 考	ž ·		
					兵庫県高	5砂市荒井町新	二丁目1番1号	,
					三菱重	C菜株式会社高研	研究所内	
				(72)発明者	橋本 €			
							仁丁目1番1号	
			•			C業株式会社高研	好究所内	
				(74)代理人	弁理士	光石 俊郎	(外2名)	
							最終頁に続	<

(54) 【発明の名称】 レーザ加工用光学系及びそれを用いた加工方法

(57)【要約】

【課題】 金属製品の溶接や切断などに適用されるレーザ加工用光学系及びそれを用いたレーザ加工方法を提供する。

【解決手段】 レーザ発振器からの光を加工のレーザ加工用のレーザビームとする光学系において、レンズ系3と光源である光ファイバ2間、又はレンズ系3と加工面8間にクサビプリズム7を挿入してなり、大きさ、形状、パワー密度の異なる複数の集光、ディフォーカスビームを同時に作り出す。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ発振器からの光を用いてレーザ加工を施すレーザ加工装置に用いいる加工用のレーザビームを形成する光学系において、

レンズ系と光源間、又はレンズ系と加工面間にクサビプリズムをレーザビームの光軸方向に挿入してなり、大きさ、形状、パワー密度の異なる複数の集光、ディフォーカスビームを同時に作り出すことを特徴とするレーザ加工用光学系。

【請求項2】 請求項1記載のレーザ加工用光学系にお 10 いて、

上記クサビ型プリズムの挿入量を所定量調整することにより、複数のレーザビームへのレーザ出力の割合を適宜 調整することを特徴とするレーザ加工用光学系。

【請求項3】 請求項1又は2記載のレーザ加工用光学系を備えた加工装置を用いて、レーザ加工することを特徴とするレーザ加工方法。

【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】本発明は、金属製品の溶接や 20 切断などに適用されるレーザ加工用光学系及びそれを用いたレーザ加工方法に関する。

[0002]

【従来の技術】従来のYAGレーザ溶接に用いられている光学系の構成の一例を図7に示す。図7中、符号1はYAGレーザ発振器、2は光ファイバ、3は集光光学系、4はレーザビーム、5は溶融池及び6は溶接ビードを各々図示する。ここで、上記YAGレーザ発振器1からのレーザビーム4は、光ファイバ2によって伝送され、溶接用集光光学系3で集光され、溶接に用いられる。

[0003]

【発明が解決しようとする課題】ところで、アルミニウム合金の溶接では、図7に示す方法において、レーザビーム4の反射率が高く通常YAGレーザでは、パルスレーザが用いられている。しかし、冷却速度が速いことから、溶接部に割れが発生する場合がある。

【0004】このため、最近、図8のように2台のYAGレーザ発振器1で予熱しつつ溶接する手法が提案されている。

【0005】同図に示す方法は、溶接割れ防止のために、図7で示したYAGレーザ発振器1を2台用い、2本の集光光学系により予熱しつつ溶接が行われる。

【0006】この図8に示す方法では、全て2式の装置を用いることから加工装置が高価になる上、溶接ヘッド部が大型となり、狭隘個所への適用、適用対象へのアプローチのフレキシブル性を損なうことになる、という問題がある。

【0007】さらに、溶接用集光光学系3も2台使用することから2本のレーザビーム4と光軸を同一にするこ

とが困難で、レーザビーム4の材料に対する照射は斜め になりビームエネルギー密度が低下する上、そのエネル ギー密度設定は溶接用集光光学系3の光軸の傾きに依存 することから、その調整が容易でないという問題があ

る。 【0008】本発明は上記問題に鑑み、割れ等の発生しない健全な加工ができるレーザ加工光学系及びそれを用いた加工方法を提供することを目的とする。

[0009]

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する本発明にかかる構成は、レーザ発振器からの光を用いてレーザ加工を施すレーザ加工装置に用いる加工用のレーザビームを形成する光学系において、レンズ系と光源間、又はレンズ系と加工面間にクサビプリズムをレーザビームの光軸方向に挿入してなり、大きさ、形状、パワー密度の異なる複数の集光、ディフォーカスビームを同時に作り出すことを特徴とする。

【0010】上記レーザ加工用光学系において、上記クサビ型プリズムの挿入量を所定量調整することにより、複数のレーザビームへのレーザ出力の割合を適宜調整することを特徴とする。

【0011】一方の、レーザ加工方法は、上記レーザ加工用光学系を備えた加工装置を用いて、レーザ加工することを特徴とする。

[0012]

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施する実施の形態の内容を詳細に説明する。

【0013】本発明の加工光学系は、図1(a)に示すように、一体の溶接用集光光学系3であり、光源(光ファイバー2)と集光光学系3との間あるいは集光光学系3と加工面8すなわち像側に、クサビプリズム7を光軸方向に挿入しレーザビーム4を分割するものである。また、挿入するクサビプリズム7を光軸方向に挿入する量の大小によってレーザビーム4の分割割合がきまる。

【0014】本発明の加工光学系の構成は、図1(a)に示すように、光ファイバ2から出射されたレーザビーム4のほとんどは集光光学系3により加工面8上の点Pに集光される。図1(b)は、図1(a)のS面での分割されたレーザビーム9,10の状態を示す。図1

0 (c)は、図1(a)のW面での分割されたレーザビーム9,10の状態を示す。図1(b)に示すように、レーザビーム4の一部は挿入されたクサビプリズム7により曲げられ、クサビプリズム7の厚みによってディフォーカスを生じるため、点P以外に光軸からdだけ離れた点Qにも集光される。

【0015】したがって、図1(c)のように、加工面8では微小面積に集光されたレーザビーム10のスポット10sとこの集光スポット10sからやや離れた位置に、ある広がりを持つレーザビーム9のスポット9sが同時にできる。よって、光ファイバ2と集光光学系3と

3

を一体として加工面8を走査すれば、該加工面8はある程度広がりを持つレーザビーム9のスポット9sで加熱された後に、微小面積に集光されたレーザビーム10の集光スポット10sで溶接される。

【0016】なお、図1(a)には、光ファイバ2の一点から出たレーザビーム4のみを示したが、実際には点P,Qの周りに光ファイバ2のコアの像の広がりを持つが、省略する。また、上記広がりを持つ方のスポット9sの大きさは、点Qのディフォーカス量すなわちクサビプリズム7の厚さで決まってくる。上記広がりを持つスポット9sと集光スポット10s間の距離は、点Qのシフト量すなわちクサビプリズム7のクサビ角で決まる。また、広がりを持つレーザビーム9と光軸上の集光されたレーザビーム10とのレーザ出力バランスは、クサビプリズム7の大きさ及びその挿入量により決定される。また、広がりを持つレーザビーム9の形状は、面Sにおけるクサビプリズム7の形状にほぼ等しい。

【0017】ここで、点Qのディフォーカス量δと点Qのシフト量dの大きさは、

 ε : クサビプリズム7のクサビ角,

t:クサビプリズム7の平均厚さ,

n:クサビプリズム7の屈折率,

f:レンズ焦点距離,

とすると、

【数1】 δ =t·(n-1)/n≒t/3

となる。また、クサビプリズム7通過後の光軸のフレ角は、

【数2】 $\varepsilon' = \varepsilon \cdot (n-1) = \varepsilon/2$

となる。したがって、点Qのシフト量(光軸からの距離)は、

【数3】 $d = \varepsilon' \cdot f = f \cdot \varepsilon/2$

*となる。

【0018】尚、上記クサビプリズム7は、集光光学系3と加工面8との間に配置してもよい。但し、一般に結像倍率は1以下なので、レンズの入射側より出射側のほうが、開口数(NA: Numerical Aperture)が大きく、上記クサビプリズム7の挿入により、大きな球面収差が発生し易いため、集光スポットはぼけることとなる。

4

【0019】次に、本発明のツインビームレーザ加工用 光学系の好適な一実施の形態を、図2~図5によって述 べるが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0020】図2に本実施の形態に係るレンズ構成を示し、図2(A)はツインビームレーザ加工用光学系の正面図、(B)はその平面図を示す。本実施の形態の光学系は前述した図7に示すレーザ加工装置の集光光学系3として用いるものであり、本実施の形態にかかるクサビプリズム7は、光源すなわち光ファイバ2と集光光学系3との間に挿入する構成となっている。また、実際の集光光学系3は、収差補正のため5枚の組み合せレンズによって構成されており、溶接に用いるため加工面8側に20 は、保護ガラス12を設置している。

【0021】下記「表1」に、本実施の形態において集光光学系3に挿入する2種類のクサビプリズム7の特性を示す。ここで、クサビプリズム7 No.1は、光軸上の集光スポット10sが、0.23mmφに対し、広がりを持つスポット(ここでは「加熱スポット」と呼ぶ)9sがクサビプリズム7 No.1の挿入により0.62×(0~0.70)mmとなる。また、クサビプリズム No.2は、同様に加熱スポット9sが0.48×(0~0.56)mmとなる。

30 [0022]

* 【表1】

No.	No. 1	No. 2		
結像倍率	0.35X	0.35X		
集光スポット径	φ 0. 23	ф0.23		
加熱スポット径	₩=0.62mm L= 0 ~0.70mm	₩=0.48mm L=0~0.56mm		
エネルギー分配率	加熱: 集光=0:10~6:4	加熱:集光=0:10~6:4		
焦点面間隔	0. 64mm	0.42mm		

【0023】図3に製作したクサビプリズム7の挿入機構を示す。図3(A),(B)に示すように、集光光学系3と連通する筒部材21には、架台22を介して移動手段22が設けられており、移動手段22の回転レバー23を回転させることにより、移動部材24に固定されているクサビプリズム7を光軸方向に所定量様3又は記

※き出しを行うようにしている。そして、上記クサビプリズム7の先端が、光学系の光軸しと一致させた位置を原点(零)とし、クサビプリズム7を中へ挿入する方向を「+」とし、引き抜く方向を「-」とした。

23を回転させることにより、移動部材 24に固定され 【0024】図4(A) \sim (G)にクサビプリズム7の ているクサビプリズム7を光軸方向に所定量挿入又は引%50 挿入位置を様々に変化させた際、本発明の光学系により

5

集光したレーザビーム9,10を黒色アクリルに照射し、黒色アクリルを蒸発させた結果を、模式的に描いたものを示す。図4(A)~(G)に示すように、いずれの場合でもレーザビーム9,10が分割されていることが確認できた。また、クサビプリズム7の挿入位置の変化によって集光レーザビーム9,10の分割の割合を自由に変化させることが確認できた(左:加熱パターン、右:溶接パターンを示す)。なお、ここに用いたクサビプリズム7は、上記「表1」の No.1に示したものである。

[0025]

【実施例】本発明の光学系等を用いて、下記に示す「条件」にて板厚1mmのアルミニウム合金 (A5052)を溶接した「一実施例」について説明する。図5に、アルミニウム合金の溶接の結果を、模式的に描いたものを示す。

【0026】<条件>

(1) ツインビーム条件

ビーム間隔; 0.5 m エネルギー分配比

先行:後行=4:6

(2) 溶接条件

平均出力 ; 510w

ピーク出力; 5.3kw

パルス周波数 ; 1 0 pps

デューティ:10%

速 度; 0.3m/min

板 厚; 1 mmt

【0027】図5(A),(B)に示すように、板厚1mmのアルミニウム合金の溶接を施しても、本実施例の光学系によるツインビームによる加工方法では、割れの発生がないことを確認した。これは、先行するレーザビー 30ム9の予熱効果によるものである。

【0028】しかしながら、従来のシングルビームによる加工方法では、図6(A),(B)に示すように、他の条件は全て同一条件で溶接しているにもかかわらず、板厚1㎜のアルミニウム合金の表裏全厚に貫通する割れ31が発生した。

[0029]

【発明の効果】このように、本発明の光学系は、レンズ 系と光源間、又はレンズ系と加工面間にクサビプリズム を挿入してなり、大きさ、形状、パワー密度の異なる複 40 数の集光,ディフォーカスビームを同時に作り出すというシンプルな装置で、種々のツインビームが得られるので、溶接や切断などのレーザ加工において、割れ等のない健全な加工が出来るものである。

【0030】また、クサビプリズムの挿入量を所定量調整することにより、複数のレーザビームへのレーザ出力の割合を適宜調整できる、所望のレーザ加工が実現できる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の実施の形態に係る光学系の説明図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る光学系の構成図である。

【図3】本発明の実施の形態に係るクサビプリズム挿入 機構の概略図である。

【図4】本発明の実施の形態に係るアクリルバーンパターンの状況図である。

【図5】本発明の実施例に係る溶接結果を示す模式図で ある。

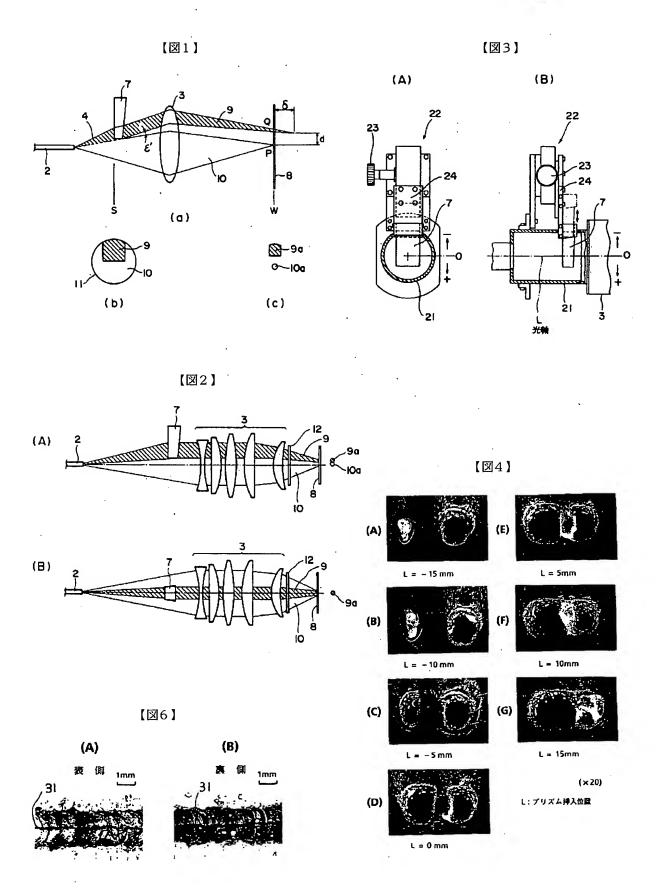
20 【図6】従来例に係る溶接結果を示す模式図である。 【図7】従来のYAGレーザ溶接時の装置構成図である。

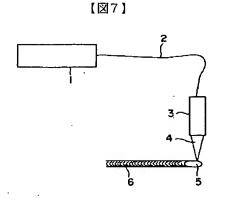
【図8】従来の2台の装置を用いたYAGレーザ溶接時の装置構成図である。

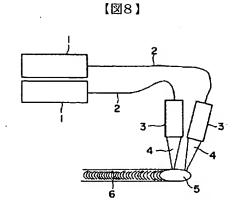
【符号の説明】

- 1 YAGレーザ発振器
- 2 光ファイバー
- 3 集光光学系
- 4 レーザビーム
- 5 溶融池
 - 6 溶接ビード
 - 7 クサビプリズム
 - 8 加工面
 - 9 クサビプリズムを通過したレーザビーム
 - 10 レンズのみを通過したレーザビーム
 - 11 光束
 - 12 保護ガラス
 - 9g スポット
 - 10s スポット

【図5】







フロントページの続き

(72)発明者 濱田 彰一

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1 号 三菱重工業株式会社神戸造船所内 (72)発明者 赤羽 崇

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1 号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

(72) 発明者 大滝 桂

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内